

⑫ 公開特許公報(A) 平3-268073

⑬ Int. Cl.⁵

G 06 F 15/70

識別記号

3 3 0 Z

庁内整理番号

9071-5L

⑭ 公開 平成3年(1991)11月28日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 オプティカル・フロー画像における領域分割方式および領域分割装置

⑯ 特 願 平2-67642

⑰ 出 願 平2(1990)3月16日

⑱ 発 明 者 田 川 憲 男 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 井 桁 貞 一 外 2 名

明 細 書

1. 発明の名称

オプティカル・フロー画像における領域分割方式および領域分割装置

2. 特許請求の範囲

1. 動物体からその運動と構造を規定する三次元情報を抽出するための前処理として、二次元画面上に得られたオプティカル・フローを、その動物体の同一平面とみなせる領域に分割する領域分割方式において、

小ブロック毎の正規化されたフロー・パラメータの、パラメータ空間での距離を識別基準とし、小ブロックの統合により、三次元空間での同一平面領域をセグメントとしてまとめていくとともに、統合性のテストは、フローの推定値と実測値との誤差の標準偏差の小さいブロックを優先して行うことを特徴とするオプティカル・フロー画像における領域分割方式。

2. 動物体からその運動と構造を規定する三次元情報を抽出するための前処理として、二次元画

面上に得られたオプティカル・フローを、その動物体の同一平面とみなせる領域に分割する領域分割装置において、

与えられたフロー画像の小ブロック毎の正規化したフロー・パラメータと残留誤差を、雑音の影響を考慮した最小二乗法で並列に計算する手段(1)と、

上記フロー・パラメータと残留誤差を保持する手段(6)と、

未分類ブロックの中で、残留誤差が最小のものを探索する手段(2)と、

パラメータ空間での距離をしきい値処理して、統合の判断を下す手段(3)と、

セグメントとしてのフロー・パラメータを逐次更新してゆく手段(4)と、

既に拡張の終わったセグメントおよび現在拡張中のセグメントのフロー・パラメータを保持する手段(7)と、

処理済みの画素点を区別しておく手段(8)と、

小さなセグメントをまわりのセグメントと統合

する手段(5)とをそなえ、

小ブロック毎の正規化されたフロー・パラメータの、パラメータ空間での距離を識別基準とし、小ブロックの統合により、三次元空間での同一平面領域をセグメントとしてまとめていくとともに、統合性のテストは、フローの推定値と実測値との誤差の標準偏差の小さいブロックを優先して行うことを特徴とするオブティカル・フロー画像における領域分割装置。

3. 発明の詳細な説明

〔概要〕

観測者と物体との間の相対的な運動によって生じる二次元画面上の見掛け上の速度分布であるオブティカル・フローを、その動物体の同一平面とみなせる領域に分割する方式に関し、

計算量を低減し、最初を選択する小領域に依存しない分割が行え、かつ雑音の影響も受けにくくすることを目的とし、

小ブロック毎の正規化されたフロー・パラメータの、パラメータ空間での距離を識別基準とし、

てオブティカル・フローが密に得られているものとし、その結果を用いて領域分割を行うためのものである。

オブティカル・フローから三次元動物体の同一平面領域を分割・抽出するための従来技術について説明する。なお、仮定として、三次元空間から二次元画像への投影は中心投影であり、物体は平面近似された多面体で、運動は剛体運動に限ることとする。

オブティカル・フローはベクトルであり、 (u, v) で表す。 $(u: x \text{ 成分 } v: y \text{ 成分})$ 平面の剛体運動を仮定した場合、同一平面内では、 (u, v) は画面上の座標 (x, y) の関数として次式で表される。

$$u = u_0 + Ax + By + Ex^2 + Fxy \quad \dots \dots (1)$$

$$v = v_0 + Cx + Dy + Exy + Fy^2 \quad \dots \dots (2)$$

ここで、 $u_0, v_0, A, B, C, D, E, F$ をフロー・パラメータと呼ぶ。ベクトルとして、 Φ と記す。

従来の領域分割法は、同一平面内のフロー・ベクトルから最小二乗法等を用いて求めた最適なフ

小ブロックの統合により、三次元空間での同一平面領域をセグメントとしてまとめていくとともに、統合性のテストは、フローの推定値と実測値との誤差の標準偏差の小さいブロックを優先して行うことを特徴とする。

〔産業上の利用分野〕

本発明は、動物体からその三次元情報（運動と構造）を抽出するための前処理として、二次元画面上に得られたオブティカル・フローを、その動物体の同一平面とみなせる領域に分割する方式および装置に関する。

〔従来技術〕

オブティカル・フローとは、観測者と物体との間の相対的な運動によって生じる画面上の見掛けの速度分布である。オブティカル・フローの算出法には、大きく分けて、特徴点の対応づけによる方法と時空間微分を用いる方法とが存在する。

本技術は、方法は問わないが画面全体にわたっ

ロー・パラメータを使えば、(1), (2)式で再構成される (u, v) と実際の観測データとの誤差（雑音等による）は小さくなることを原理としている。すなわち、ある小さな領域から徐々に領域を拡大していき、そのつど、その領域内のデータからフロー・パラメータ Φ とそのときの誤差の標準偏差 σ を求める。しきい値をあらかじめ設定しておき、 σ がしきい値以下であれば同一領域として統合していく。しきい値を超えた場合は領域の拡大を中止し、これを一つの領域としてまとめ、再び別の領域を探す。処理の流れを第5図に示す。

〔発明が解決しようとする課題〕

以上の方法の問題点として、計算量が多いこと、最初を選択する小領域に依存した分割になる危険性が存在すること、雑音の影響を受けやすいことがあげられる。得に雑音については、まず、与えられた一枚のフロー画像中で部分的に雑音の統計的性質が異なる場合を考えると、単純に誤差の標準偏差の大小で領域統合の可否を判断することは、

エラーの原因となる。すなわち、同一平面領域内でフロー・パラメータを求めていても、たまたまその部分の雑音の標準偏差が大きい場合には、同一平面ではないとみなしてしまう。また、フロー画像は時間的に連続して得られるものであるため、各時点の雑音の性質が変動するような場合には、領域統合の判断のためのしきい値もそれに伴って変化させる必要があり、アルゴリズムが煩雑になる。

本発明は、オブティカル・フロー画像の領域分割方式において、計算量が低減し、最初に選択する小領域に依存しない分割が行え、且つ雑音の影響も受けにくくすることを目的とする。

(課題を解決するための手段)

第1図は、本発明による領域分割装置の構成を示す図である。

図中、1は初期設定部であり、与えられたフロー画像の小ブロック毎の正規化したフロー・パラメータと残留誤差を、雑音の影響を考慮した最小

二乗法で並列に計算するもの、2は未分類ブロック探索部であり、未分類ブロックの中で、残留誤差が最小のものを探索するもの、3はブロック統合部であり、パラメータ空間での距離をしきい値処理して、統合の判断を下すもの、4はセグメントの更新部であり、セグメントとしてのフロー・パラメータを逐次更新してゆくもの、5はセグメント統合部であり、小さなセグメントをまわりのセグメントと統合するもの、6は、 σ 記憶部であり、フロー・パラメータと残留誤差を保持するもの、7はセグメント記憶部であり、既に拡張の終わったセグメントおよび現在拡張中のセグメントのフロー・パラメータを保持するもの、8はラベリング情報記憶部であり、処理済みの画素点を区別しておくものである。

(作用)

まず、計算量を減らすために処理単位を画素から小ブロックに変更する。そして、このブロック単位で領域拡張を行う。これにより分割境界の精

度は落ちることになるが、この技術は三次元情報復元のための前処理であり、その復元技術が必要とする精度の結果を提供できれば十分だと考えられる。実際に、例えば文献

K. Kanatani, "Structure and Motion from Optical Flow under Perspective Projection", Comput. Vision Graphics Image Process, 38, 1987, 122-146.

に記載されているアルゴリズムを用いることにより、おおまかな領域分割がなされていれば、その結果として詳細な境界を求めることができる。

また、領域結合していく際の基となる最初のブロックの選択に一意性を持たせることにより、その選択による依存性を減らすことができる。そして、領域を結合していくための基準として、雑音の影響をより低減するために、フロー・パラメータのパラメータ空間での距離を用いる。

従来技術では、領域結合の処理単位は一般的に画素であった。本発明では、まず全画面を正方形のブロックに分割する。このブロックのサイズは、

認識したい平面近似領域の大きさをあらかじめ知ることにより、それ以内の大きさに設定すればよい。そして、すべてのブロックについて、最小二乗法により、フロー・パラメータ Φ を求め、これを使って誤差の標準偏差 σ を計算する。この処理は並列に一括して行うことができる。

第3図はフロー画像の分割を示す図である。全画像を、平面近似する最小の大きさに比べて十分小さなブロックに分割し、各ブロックのパラメータと誤差の標準偏差を計算する。

ここで最小二乗法についてであるが、ブロック内のすべての点を使用すると、雑音の大きなフローの影響によりパラメータの信頼性が薄れる。そこで、各画素点について得られる u, v のブロック内でのアンサンブル平均 m_u, m_v 、標準偏差 σ_u, σ_v を計算し、

$$|u - m_u| < \sigma_u, \quad |v - m_v| < \sigma_v$$

を満足するブロック内の (u, v) のみを用いて最小二乗解を求めることとする。

次に、フロー・パラメータの正規化を行ってお

く必要がある。後の領域統合の処理において、本技術ではパラメータ空間での距離を判断基準に用いるため、各パラメータ成分の変動範囲を等しくしておかなければ、変動の大きい成分のみによる分類を行ってしまう恐れがある。

第4図は特徴軸の選択による分類の差異を示す図である。

第4図(a)と(b)とでは、横軸が1:3の比率になっている。

そこで、全ブロックのパラメータから、各成分の標準偏差 ($\sigma_{u_0}, \sigma_{v_0}, \sigma_A, \sigma_B, \sigma_C, \sigma_D, \sigma_E, \sigma_F$) を計算し、各ブロックのパラメータを

$$(u_0, v_0, A, B, C, D, E, F)$$

$$\rightarrow (u_0 / \sigma_{u_0}, v_0 / \sigma_{v_0}, A / \sigma_A, B / \sigma_B,$$

$$C / \sigma_C, D / \sigma_D, E / \sigma_E, F / \sigma_F)$$

と正規化する。

以上で初期設定が終了し、最小単位の分割がなされている。そこで、これ以降の統合処理について説明する。全ブロックの中から σ が最小のブロックを探索し、これを最初のセグメントの核とす

る。これは、 σ が大きいブロックは、面の境界上にあるか雑音の大きい部分に対応していると考えられるため、平面としてより信頼度の高い部分から領域探索を始めるという意味を持つ。従来技術では任意の小領域から探索を始めるため、この選択によっては後の処理に影響が及ぶ危険性を持っていた。

この核となるブロックをセグメントの初期値とし、またこのブロックのフロー・パラメータをセグメントの初期パラメータとする。セグメントは、隣接するブロックと統合を繰り返し、拡大していくが、そのつどセグメント全体としてのパラメータ P_s を更新していく必要がある。これは近似的に次式で計算する。

$$P_s = (W_s \cdot P_{s-1} + P) / (W_s + 1) \quad \dots \dots (3)$$

ここで、 P_{s-1} は統合前のセグメントのパラメータで、 W_s はその中に含まれていたブロック数である。

本発明では、以下に示すパラメータ空間での距離を基準として用い、統合を行う。セグメントの

パラメータ $P_s = (p_{0s}, p_{1s}, p_{2s}, p_{3s}, p_{4s}, p_{5s}, p_{6s}, p_{7s})$ とブロックのパラメータ $P_B = (p_{0B}, p_{1B}, p_{2B}, p_{3B}, p_{4B}, p_{5B}, p_{6B}, p_{7B})$ との間の距離 r は、次式で与えられる。

$$r = \{ (p_{0B} - p_{0s})^2 + (p_{1B} - p_{1s})^2 + (p_{2B} - p_{2s})^2 + (p_{3B} - p_{3s})^2 + (p_{4B} - p_{4s})^2 + (p_{5B} - p_{5s})^2 + (p_{6B} - p_{6s})^2 + (p_{7B} - p_{7s})^2 \}^{1/2}$$

この r があらかじめ設定してあるしきい値 ε を越えない場合、このブロックはセグメントに統合される。なお、候補として選ばれるブロックは、 σ の小さいものが優先される。統合するブロックが存在しなくなったら、そこでそのセグメントについては終了する。

続いて、まだセグメントになっていないブロックの中で σ が最小の領域を探し、これを次のセグメントの核として、新たに探索を開始する。ここでより適切な分割を行うために、ブロックが既にセグメントに含まれていても、新しく考えているセグメントのパラメータとそのブロックのパラメータとの距離がより近ければ新しいセグメントに

含めることにする。

このようにして分割を行っていくと、最小として1ブロックのセグメントが形成される可能性がある。しかしこのようなセグメントはあまり信用性がなく、局所的な雑音の影響を受けている可能性が高い。そこで、あらかじめ考慮している平面近似領域の最小限の大きさよりも小さいセグメントについては、再度そのまわりのセグメントへの統合を考える必要がある。この方法としては、各セグメントのパラメータはそれ以前に得られているはずなので、そのセグメントのパラメータと隣接しているセグメントのパラメータとの距離をすべて計算し、その中で最も近いパラメータを持つセグメントに統合する。

以上のアルゴリズムで問題となるのはしきい値 ε の決定である。従来技術では、残留誤差の大きさによる識別を考えていたため、領域統合判断に用いるしきい値は雑音レベルの関数として設定されるべきであった。しかし、本発明ではこれをパラメータ空間での識別に置き代えているので、こ

の段階で雑音の影響はかなり取り除かれている。
したがって ϵ の設定は、どの程度までの運動および構造の相違を認識する必要があるかに依存する。
これはあらかじめ実験等により定めておくことができる。

〔実施例〕

第2図は、本発明の実施例における処理の流れを示す図である。

第1図図示の構成と合わせて、処理の流れを説明する。

<初期設定>

初期設定部1、 Φ 、 σ 記憶部6が動作する。

- ・各ブロックのフロー・パラメータ Φ および誤差の標準偏差 σ をすべて計算する。
- ・各ブロックのパラメータを正規化する。

<1ステップ>

未分類ブロック探索部2、 Φ 、 σ 記憶部6、ラベリング情報記憶部8が動作する。

- ・すべてのブロックが既にセグメントに分類

- ・そのブロックを統合し、セグメントとしてのパラメータを更新して<2ステップ>に戻る。

<4ステップ>

セグメント統合部5、セグメント Φ 記憶部7、ラベリング情報記憶部8が動作する。

- ・各セグメントを構成するブロック数を調べ、最低数に満たないセグメントはまわりのセグメントに統合し、処理を終了する。

こうして得られたラベリング・データとオブティカル・フロー・データを、三次元情報復元装置に入力することになる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、オブティカル・フロー画像の領域分割において、雑音に強く、処理開始位置にできるだけ依存しない結果を、従来技術よりも少ない計算量で得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による領域分割装置の構成を示

されている場合、<4ステップ>に進む。

- ・まだセグメントに分類されていないブロックの中で σ が最小のものを選ぶ。これをこれから考えるセグメントの初期値とし、またそのパラメータをこのセグメントのパラメータの初期値としたあと、<2ステップ>に進む。

<2ステップ>

ブロック統合部3、 Φ 、 σ 記憶部6、セグメント Φ 記憶部7が動作する。

- ・このセグメントと隣接しているブロックの中で、 σ の小さいものから順に候補として取り上げ、統合の可否を判断する。
- ・統合すべきブロックが存在しなければ、これを一つのセグメントとしてまとめ、<1ステップ>に戻り、次のセグメントを探索する。
- ・統合すべきブロックが見つかった場合、<3ステップ>に進む。

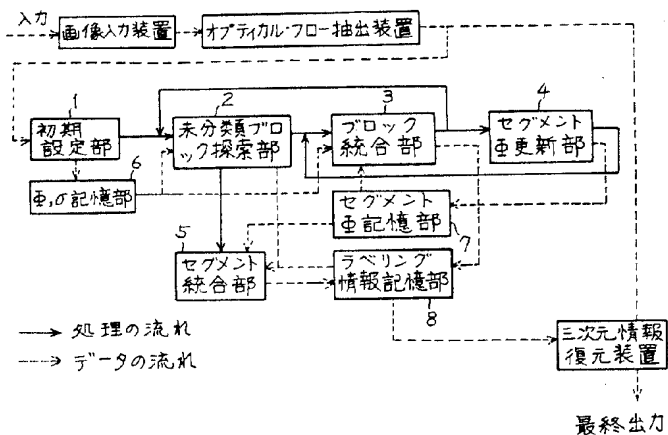
<3ステップ>

セグメント Φ 更新部4、セグメント Φ 記憶部7が動作する。

す図、第2図は本発明の実施例における処理の流れを示す図、第3図はフロー画像の分割を示す図、第4図は特徴軸の選択による分類の差異を示す図、第5図は従来方式の流れ図である。

図中、1は初期設定部、2は未分類ブロック探索部、3はブロック統合部、4はセグメント Φ 更新部、5はセグメント統合部、6は Φ 、 σ 記憶部、7はセグメント Φ 記憶部、8はラベリング情報記憶部である。

代理人 弁理士 井 桁 貞 一



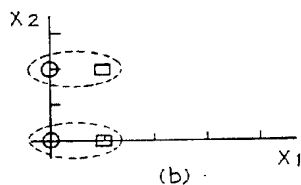
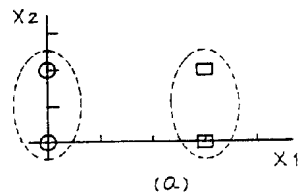
本発明による領域分割装置の構成を示す図

89-20525 1/4 第 1 図

$\Phi_{1,1}$	$\Phi_{1,2}$	$\Phi_{1,3}$	$\Phi_{1,4}$	$\Phi_{1,5}$
$\sigma_{1,1}$	$\sigma_{1,2}$	$\sigma_{1,3}$	$\sigma_{1,4}$	$\sigma_{1,5}$
$\Phi_{2,1}$	$\Phi_{2,2}$	$\Phi_{2,3}$	$\Phi_{2,4}$	$\Phi_{2,5}$
$\sigma_{2,1}$	$\sigma_{2,2}$	$\sigma_{2,3}$	$\sigma_{2,4}$	$\sigma_{2,5}$
$\Phi_{3,1}$	$\Phi_{3,2}$	$\Phi_{3,3}$	$\Phi_{3,4}$	$\Phi_{3,5}$
$\sigma_{3,1}$	$\sigma_{3,2}$	$\sigma_{3,3}$	$\sigma_{3,4}$	$\sigma_{3,5}$
$\Phi_{4,1}$	$\Phi_{4,2}$	$\Phi_{4,3}$	$\Phi_{4,4}$	$\Phi_{4,5}$
$\sigma_{4,1}$	$\sigma_{4,2}$	$\sigma_{4,3}$	$\sigma_{4,4}$	$\sigma_{4,5}$
$\Phi_{5,1}$	$\Phi_{5,2}$	$\Phi_{5,3}$	$\Phi_{5,4}$	$\Phi_{5,5}$
$\sigma_{5,1}$	$\sigma_{5,2}$	$\sigma_{5,3}$	$\sigma_{5,4}$	$\sigma_{5,5}$

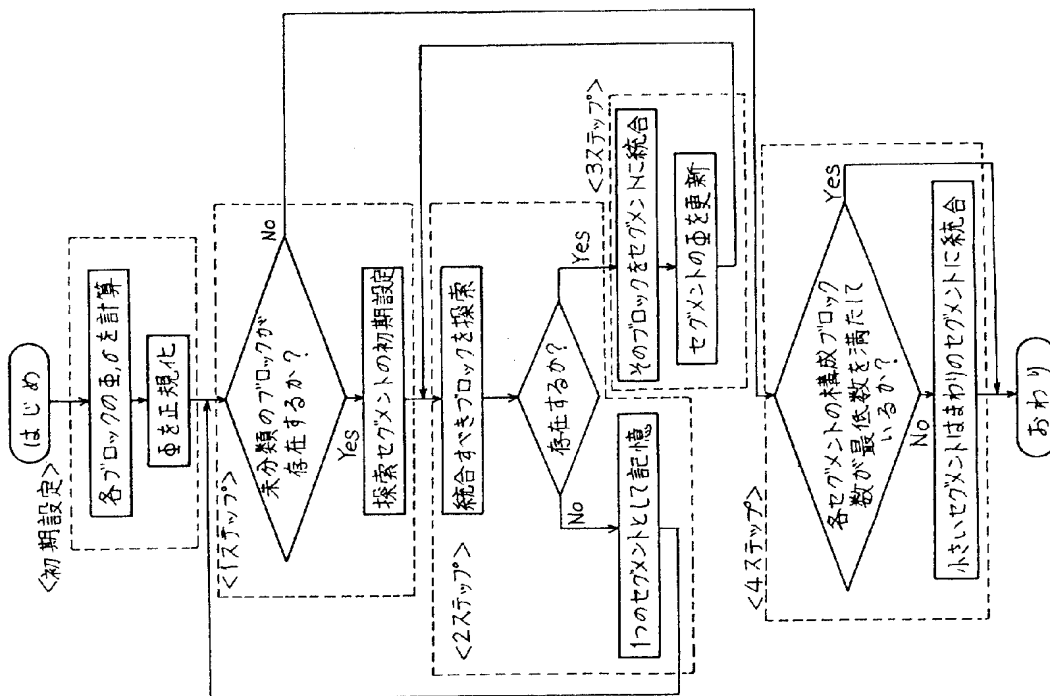
フロー画像の分割を示す図

第 3 図



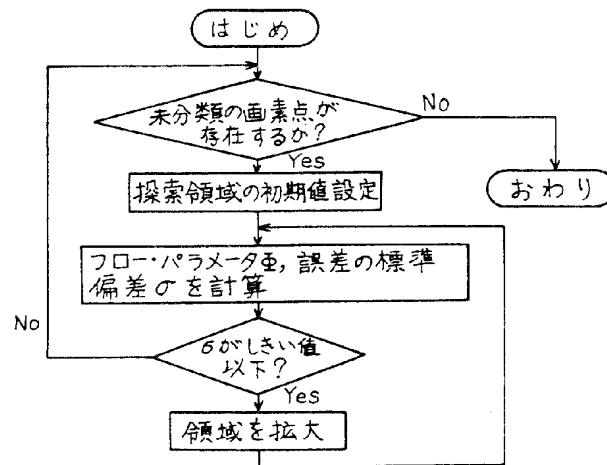
特徴軸の選択による分類の差異を示す図

第 4 図



実施例における処理の流れを示す図

第 2 図



従来方式の流れ図

第 5 図